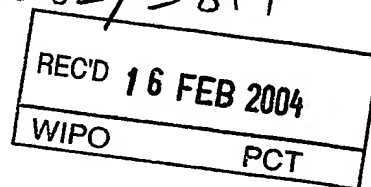


10/502410
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 03/3817



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 09 075.4

Anmeldetag: 03. März 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Planare Antennenanordnung

IPC: G 01 S, H 01 Q

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Flg. 12

Beschreibung

Planare Antennenanordnung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine planare Antennenanordnung in einem Radarsensor zur Erfassung von Objekten im Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs mit einer Mehrzahl von Mikrosteifen-Speiseleitungen und einer Mehrzahl von Koppelschlitzten zur Abstrahlung der Mikrowellenenergie in den freien Raum.

Stand der Technik

Aus der Druckschrift EP 0685 930 A1 ist bereits bekannt, einen Radarsensor mit einer Halterung an einem Fahrzeug zu befestigen, um beispielsweise die Entfernung und die relative Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeugs zu bestimmen. Der dort beschriebene Radarsensor enthält einen Oszillator, einen Mischer, einen Verstärker, eine Antennenanordnung zum Senden und Empfangen von Mikrowellenstrahlung und einen Empfänger mit einer Auswerteelektronik. Ein vorteilhaftes Gehäuse für einen derartigen Radarsensor ist beispielsweise in der Druckschrift DE 199 04 303 A1 offenbart.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antennenanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die in LTCC-Technologie (Low Tem-

perature Cofired Ceramics) dargestellt werden kann und die bei planarem Aufbau einen guten Antennenwirkungsgrad erreicht. Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung geht dabei von der Beobachtung aus, dass bei Aufbau der Antennenanordnung in LTCC-Dickschichttechnik Löcher oder Kavitäten nicht möglich sind. Auch wird eine Wellenablösung in Richtung des freien Raums durch die hohe Dielektrizitätskonstante erschwert. Statt dessen vagabundiert die Mikrowellenenergie in der Keramik.

Erfindungsgemäß sind die Speiseleitungen und die Koppelschlitze in einem Mehrlagenkeramik-Substrat in LTCC-Dickschichttechnik mit einer oberen und einer unteren Masselage ausgebildet und die Speiseleitungen und die Koppelschlitze sind durch Durchkontaktierungen von der oberen zur unteren Masselage gekammert. Dadurch wird sichergestellt, dass die Mikrowellenenergie nicht in die übrige Schaltung eingestrahlt werden kann.

Nach Patentanspruch 2 kann mit Vorteil vorgesehen sein, dass die Speiseleitungen und die Koppelschlitze in einem festgelegten Abstand von Durchkontaktierungen umgeben sind, wobei der Abstand kleiner ist als ein kritischer Abstandswert, bei welchem sich Hohlleitermoden ausbilden. Durch diese Abschirmung werden die Leitungen für die Strahlung gleichsam zugenagelt.

Bevorzugt liegt nach der Maßnahme des Patentanspruchs 3 der festgelegte Abstand im Bereich von etwa $0,01 \cdot \lambda$ bis etwa $0,1 \cdot \lambda$, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung darstellt.

Nach der vorteilhaften Weiterbildung gemäß Patentanspruch 4 ist jeder Koppelschlitz von einer einreihigen Anordnung aus Durchkontaktierungen eingeschlossen.

Alternativ kann gemäß Patentanspruch 5 jeder Koppelschlitz von einer doppelreihigen Anordnung aus Durchkontaktierungen eingeschlossen sein. Dabei können die beiden Anordnungsreihen aufeinander ausgerichtet oder versetzt zueinander angeordnet sein. Selbstverständlich sind auch anderen Formen, etwa dreireihige, vierreihige oder n-reihige Anordnungen möglich, allerdings bei erhöhtem Flächenbedarf.

Nach der Maßnahme des Patentanspruchs 6 beträgt der Abstand der Koppelschlitze zum Ende des Resonators im Wesentlichen $(2n-1) \cdot \lambda/4$, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt. Im einfachsten Fall beträgt der Abstand der Koppelschlitze zum Ende des Resonators etwa $\lambda/4$, entsprechend $n = 1$.

Gemäß Patentanspruch 7 beträgt der Abstand der Koppelschlitze zur Rückwand im Wesentlichen $2n \cdot \lambda/4$, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt. Im einfachsten Fall beträgt der Abstand der Koppelschlitze zur Rückwand etwa $\lambda/2$, entsprechend $n = 1$.

Bei der vorteilhaften Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 8 ist vorgesehen, dass die Durchkontaktierungen die Koppelschlitze entlang einer im Wesentlichen rechteckigen Umfangslinie einschließen. Der Abstand der Koppelschlitze zur Kante der Durchkontaktierungen senkrecht zur Schlitzrichtung beträgt dabei bevorzugt im Wesentlichen $2n \cdot \lambda/4$, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche

Zahl darstellt. Auch hier beträgt der Abstand im einfachsten Fall etwa $\lambda/2$, entsprechend $n = 1$.

Eine besonders hohe Übertragung der Energie auf den kompletten Schlitz wird durch die Maßnahme des Patentanspruchs 9 erreicht, nach der die Durchkontaktierungen die Koppelschlitze entlang einer in der Schlitzmitte ausgebuchteten Umfangslinie einschließen. Dabei ist der Abstand in der Mitte der Schlitze etwas größer als $2n * \lambda/4$ und außerhalb der Mitte etwas kleiner als $2n * \lambda/4$. Auch hier stellt λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl dar.

Um die seitliche vagabundierende Energie auf die Koppelschlitze zurückzureflektieren, ist gemäß Patentanspruch 10 vorgesehen, dass die Durchkontaktierungen die Koppelschlitze entlang einer Umfangslinie mit abgerundeten Ecken einschließen.

Zur Erhöhung der Sperrwirkung können gemäß Patentanspruch 11 zwei Durchkontaktierungsreihen im Abstand einer halben Wellenlänge vorgesehen sein.

Insgesamt bieten die erfindungsgemäßen Ausführungsformen einen vollkommen planaren Aufbau der Antennenanordnung ohne ein Erfordernis für Löcher oder Kavitäten, eine einfache und kostengünstige Realisierung in LTCC-Technologie, eine komplette Abschirmung von anderen Schaltungsteilen und die Rückgewinnung von gestreuten Feldern. Dadurch erhöhen sich die abgestrahlte Leistung und somit auch der Wirkungsgrad der Antennen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Aufsicht auf eine planare Antennenanordnung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 in (a) bis (d) Varianten der Abschirmung der Koppelschlitzes für ein Antennenarray mit vier Elementen;

Fig. 3 in (a) bis (f) vorteilhafte Anordnungsvarianten für die Durchkontaktierungen mit besonders kompakten Abmessungen; und

Fig. 4 in (a) bis (f) vorteilhafte Anordnungsvarianten für die Durchkontaktierungen mit besonders hohem Gewinn.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt eine Aufsicht auf eine planare Antennenanordnung 100 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Antennenanordnung 100 weist ein LTCC-Substrat 10 mit einer oberen Masselage 12 und einer in der Darstellung der Fig. 1 nicht sichtbaren unteren Masselage auf. Eine Mehrzahl rechteckförmiger Durchkontaktierungen 14 verbindet die obere mit der unteren Masselage.

Die Antennenanordnung 100 enthält weiter ein Mikrostrip-Speisenetzwerk 16, das im Ausführungsbeispiel vier vergrabene Speiseleitungen 18 versorgt, die jeweils zu einem von vier Koppelschlitzes 20 zur Auskopplung der Mikrowellenstrahlung in den freien Raum führen. Zwischen den Speiseleitungen 18 und dem Speisenetzwerk 16 sind im LTCC-Substrat 10 vier koplanare Wellenleiter 22 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1

schließen die Durchkontaktierungen 14 die Kopplungsschlitze 20 in Schlitzrichtung mit einem Abstand 24 von etwa $\lambda/2$, und senkrecht zur Schlitzrichtung mit Abständen 26 und 28 von etwa $0,8 * \lambda/2$ bzw. $1,3 * \lambda/2$ ein.

Figur 2 zeigt verschiedene Varianten der Abschirmung durch die Durchkontaktierungen für ein Antennenarray mit vier Elementen. In Figur 2(a) sind die Koppelschlitze 20 durch eine einreihige Anordnung aus Durchkontaktierungen 30 in Form eines Rechtecks eingeschlossen. Dabei beträgt der Abstand 32 zwischen den Koppelschlitzen 20 und den Durchkontaktierungen in Schlitzrichtung von etwa $0,1 * \lambda/2$. Der Abstand 34 zwischen der oberen und unteren Durchkontaktierungsreihe beträgt etwa eine Wellenlänge.

Figur 2(b) zeigt eine alternative Ausführungsform, bei der die Koppelschlitze 20 bei gegenüber Fig. 2(a) unveränderten Abständen von zweireihigen Durchkontaktierungsanordnungen 36 eingeschlossen sind. Die beiden Durchkontaktierungsreihen sind dabei zueinander ausgerichtet, das heißt, eine Parallele in Schlitzrichtung trifft entweder auf beide oder auf keine der Durchkontaktierungsreihen. Eine ebenfalls mögliche gegeneinander versetzte Anordnung der Durchkontaktierungsreihen 38 ist in den Figuren 2(c) und 2(d) gezeigt. Während die Ausgestaltung der Fig. 2(c) auf kompakteste Abmessungen optimiert ist, sind die vier Arrayelemente in Fig. 2(d) über die gesamte Schaltungsbreite B verteilt.

Weitere vorteilhafte Anordnungsvarianten für die Durchkontaktierungen sind in den Figuren 3 und 4 dargestellt. Bei den Strukturen der Fig. 3 wurde dabei jeweils auf kompakteste Abmessung Wert gelegt, während die Strukturen der Fig. 4 auf maximalen Gewinn optimiert sind.

Die Figuren 3(a) und 4(a) zeigen, ähnlich wie Fig. 2(a) jeweils eine Anordnung, bei der die Koppelschlitze 20 durch eine einreihige Anordnung aus Durchkontaktierungen 40 in Form eines Rechtecks eingeschlossen sind. Der Abstand der Koppelschlitze 20 zur Kante der Durchkontaktierungen 40 senkrecht zur Schlitzrichtung beträgt dabei etwa $\lambda/2$.

In der Variante der Fig. 3(b) bzw. 4(b) sind die Koppelschlitze 20 von den Durchkontaktierungen 42 entlang einer an der Schlitzmitte ausgebuchteten Umfangslinie eingeschlossen. Der Abstand der Koppelschlitze 20 zur Kante der Durchkontaktierungen 42 ist dabei in der Mitte der Schlitze etwas größer als $\lambda/2$ und außerhalb der Mitte etwas kleiner als $\lambda/2$. Dadurch ergibt sich eine sehr gute Bündelung der Energie auf den ganzen Koppelschlitz 20.

Die Strukturen der Figuren 3(c) bzw. 4(c) und 3(d) bzw. 4(d) sind analog zu den Strukturen der Fig. 3(a) bzw. 4(a) und 3(b) bzw. 4(b) gebildet, wobei die einreihige Anordnung jeweils durch eine doppelreihige Anordnung der Durchkontaktierungen 44 bzw. 46 ersetzt ist.

Die Varianten nach Fig. 3(e) und 4(e) beziehen die in den äußeren Ecken befindliche Energie mit ein. Durch die abgerundeten Ecken der Umfangslinie der Durchkontaktierungsanordnungen 48 wird die seitliche vagabundierende Energie auf den Koppelschlitz 20 zurückreflektiert und genutzt.

Die Durchkontaktierungsanordnungen 50 der Strukturen nach Fig. 3(f) und 4(f) kombinieren die Vorteile der in der Mitte ausgebuchteten Umfangslinie nach Fig. 3(d) bzw. 4(d) mit der abgerundeten Eckenführung der Fig. 3(e) bzw. 4(e) und führen zu einem besonders guten Wirkungsgrad der Antennen.

Während die Erfindung insbesondere mit Bezug auf ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel gezeigt und beschrieben worden ist, versteht sich für den Fachmann, dass Änderungen in Gestalt und Einzelheiten gemacht werden können, ohne von dem Gedanken und Umfang der Erfindung abzuweichen. Dementsprechend soll die Offenbarung der vorliegenden Erfindung nicht einschränkend sein. Statt dessen soll die Offenbarung der vorliegenden Erfindung den Umfang der Erfindung veranschaulichen, der in den nachfolgenden Ansprüchen dargelegt ist.

Ansprüche

1. Planare Antennenanordnung in einem Radarsensor zur Erfassung von Objekten im Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs, mit einer Mehrzahl von Mikrosteifen-Speiseleitungen (18) und einer Mehrzahl von Koppelschlitzten (20) zur Abstrahlung der Mikrowellenenergie in den freien Raum,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Speiseleitungen (18) und die Koppelschlitzte (20) in einem Mehrlagenkeramik-Substrat (10) in LTCC-Dickschichttechnik mit einer oberen (12) und einer unteren Masselage ausgebildet sind, und
- die Speiseleitungen (18) und die Koppelschlitzte (20) durch Durchkontaktierungen (14) von der oberen zur unteren Masselage gekammert sind.

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Speiseleitungen (18) und die Koppelschlitzte (20) in einem festgelegten Abstand von Durchkontaktierungen (14) umgeben sind, wobei der Abstand kleiner ist als ein kritischer Abstandswert, bei welchem sich Hohlleitermoden ausbilden.

3. Antennenanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der festgelegte Abstand im Bereich von etwa $0,01 \cdot \lambda$ bis etwa $0,1 \cdot \lambda$ liegt, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung darstellt.

4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

jeder Koppelschlitz (20) von einer einreihigen Anordnung aus Durchkontaktierungen (14; 30; 40,42) eingeschlossen ist.

5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

jeder Koppelschlitz (20) von einer doppelreihigen Anordnung aus Durchkontaktierungen (36, 38) eingeschlossen ist, wobei die beiden Anordnungsreihen aufeinander ausgerichtet oder versetzt zueinander angeordnet sind.

6. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Abstand der Koppelschlitze (20) zum Ende des Resonators im Wesentlichen $(2n-1) \cdot \lambda/4$ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt.

7. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Abstand der Koppelschlitze (20) zur Rückwand im Wesentlichen $2n \cdot \lambda/4$ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt.

8. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Durchkontaktierungen (30, 36, 38) die Koppelschlitze (20) entlang einer im Wesentlichen rechteckigen Umfangslinie einschließen, wobei der Abstand der Koppelschlitze (20) zur Kante der Durchkontaktierungen (30, 36, 38) senkrecht zur Schlitzrichtung bevorzugt im Wesentlichen $2n \cdot \lambda/4$ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt.

9. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchkontaktierungen (42, 46) die Koppelschlitze (20) entlang einer an der Schlitzmitte ausgebuchteten Umfangslinie einschließen, wobei der Abstand in der Mitte der Schlitze größer als $2n \cdot \lambda/4$ und außerhalb der Mitte kleiner als $2n \cdot \lambda/4$ ist, wobei λ die Wellenlänge der abgestrahlten Mikrowellenstrahlung und n eine natürliche Zahl darstellt.
10. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchkontaktierungen (48, 50) die Koppelschlitze (20) entlang einer Umfangslinie mit abgerundeten Ecken einschließen.
11. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Durchkontaktierungsreihen im Abstand einer halben Wellenlänge vorgesehen sind.

Zusammenfassung

Um eine planare Antennenanordnung in einem Radarsensor mit einer Mehrzahl von Mikrosteifen-Speiseleitungen (18) und einer Mehrzahl von Koppelschlitzten (20) zur Abstrahlung der Mikrowellenenergie in den freien Raum zu schaffen, die bei planarem Aufbau in LTCC-Technologie einen guten Antennenwirkungsgrad erreicht, wird vorgeschlagen, die Speiseleitungen (18) und die Koppelschlitzte (20) in einem Mehrlagenkeramik-Substrat (10) in LTCC-Dickschichttechnik mit einer oberen und einer unteren Masselage (12) auszubilden, und die Speiseleitungen (18) und die Koppelschlitzte (20) durch Durchkontaktierungen (14) von der oberen zur unteren Masselage zu kammern.

Figur 1

Bezugszeichenliste

10	LTCC-Substrat
12	obere Masselage
14	Durchkontaktierungen
16	Speisenetzwerk
18	vergrabene Speiseleitung
20	Koppelschlitze
22	koplanarer Wellenleiter
24-28	Abstand
30	Durchkontaktierungen
32, 34	Abstand
36-50	Durchkontaktierungen
100	Antennenanordnung

1 / 2

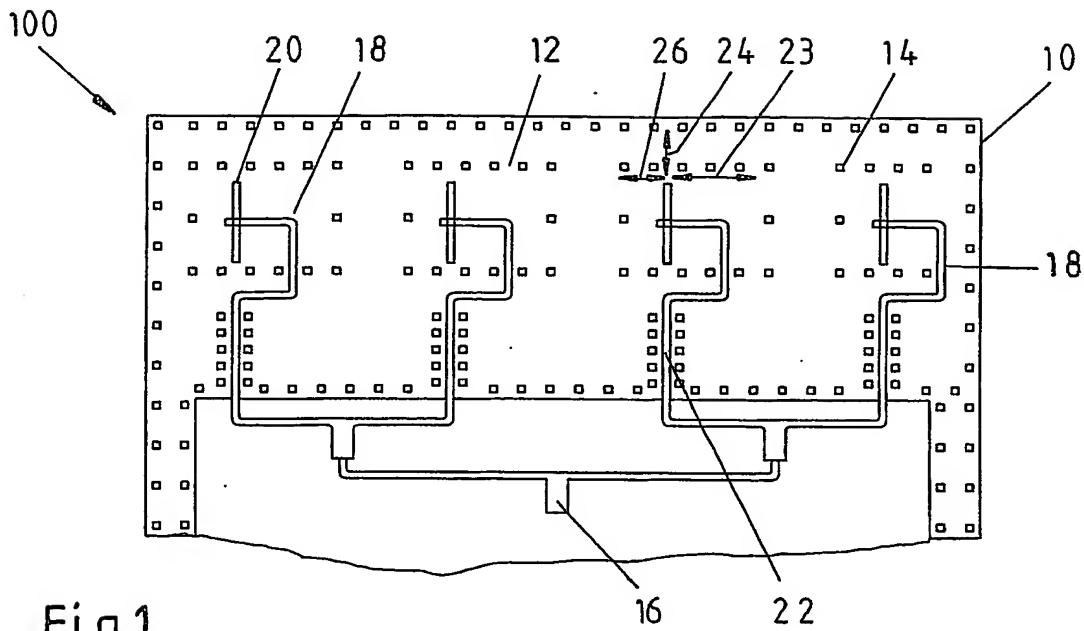
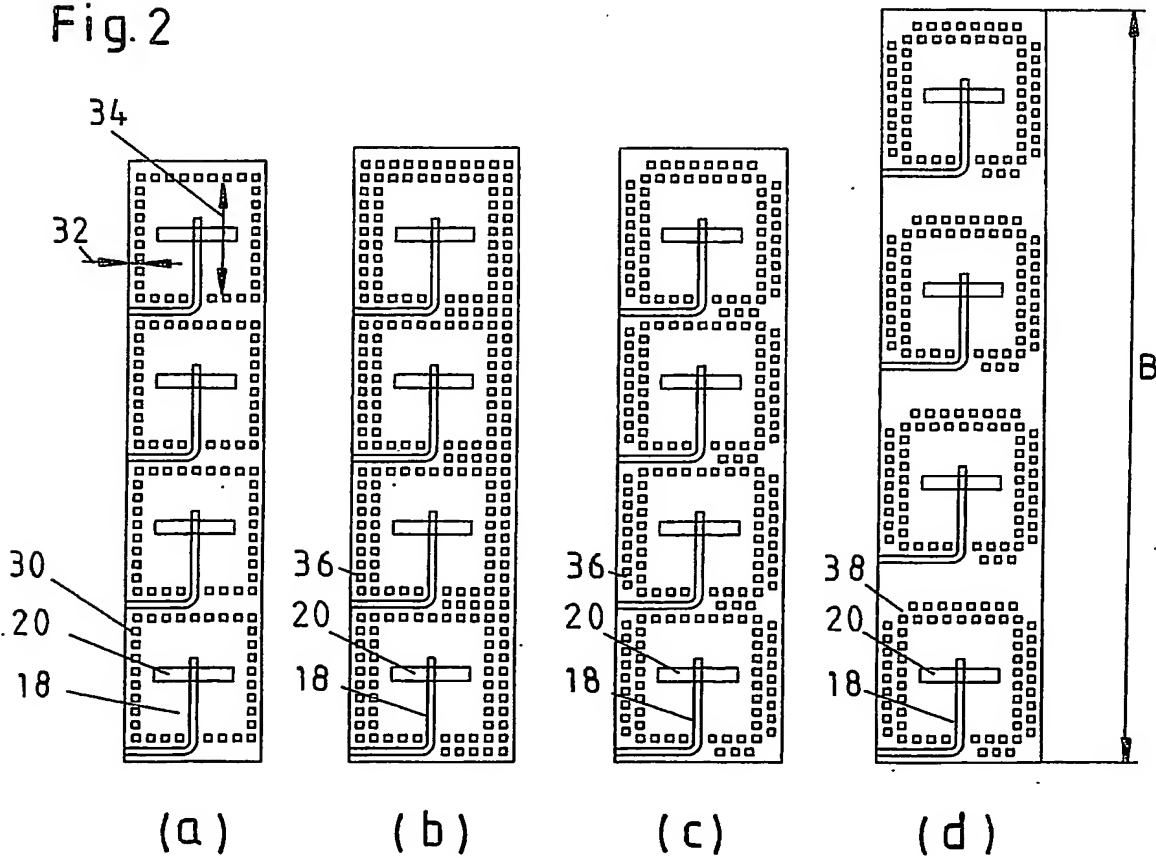


Fig. 2



2/2

Fig. 3

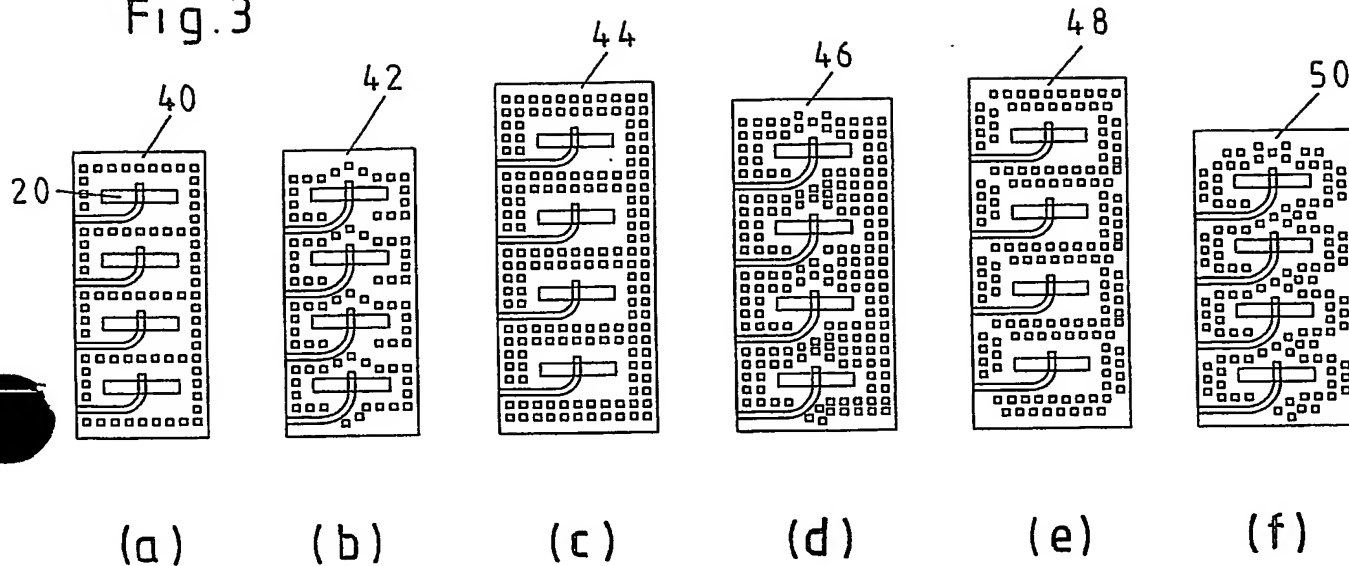


Fig. 4

